

Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный университет
городского хозяйства имени А. Н. Бекетова

Методические указания
к выполнению курсовой работы,
практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине
«Основания и фундаменты»
*(для студентов 4 курса дневной формы обучения, направления
подготовки 6.060102 «Архитектура»)*

Харьков – ХНУГХ – 2013

Методические указания к выполнению курсовой работы, практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Основания и фундаменты» (для студентов 4 курса дневной формы обучения направления подготовки 6.060102 «Архитектура») / Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова; сост.: А. Г. Рудь. – Х. : ХНУГХ им.А. Н. Бекетова, 2013.– 23 с.

Составитель: А. Г. Рудь

Рецензент: к.т.н., доц. М. Ф. Бронжаев

Рекомендовано кафедрой механики грунтов, фундаментов и инженерной геологии, протокол № 4 от 28 декабря 2012 г.

Общие указания

Методические указания к выполнению курсовой работы, практических занятий и самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Основания и фундаменты» для студентов 4-го курса направления подготовки 6.060102 – «Архитектура».

Выполнение курсовой работы позволяет закрепить лекционный материал и будет способствовать подготовке студентов к будущей практической деятельности.

В методических указаниях приведены способы расчета и проектирования фундаментов на естественном основании двух видов: ленточного сборно-монолитного и отдельного квадратного в плане в монолитном исполнении.

Формат пояснительной записки А-4. Титульный лист оформляется по общепринятому образцу.

Графическая часть работы выполняется на листе чертежной бумаги формата А-2 и включает в себе план фундаментов здания в масштабе 1:400; геологическую колонку буровой скважины в масштабе 1:100, сечения фундаментов и развертку стены ленточного фундамента на длине 6,0 м в масштабах 1:50 или 1:25. На листе помещают спецификацию элементов конструкций.

Практические занятия и самостоятельная работа тематически составлены таким образом, что они, наряду с курсовой работой, позволяют закрепить и расширить лекционный материал.

При выполнении самостоятельной работы студентам рекомендуется консультироваться с лектором или с преподавателями, ведущими занятия по дисциплине «Основания и фундаменты».

Раздел 1. Курсовая работа

1.1. Исходные данные для проектирования

Таблица 1.1 Влажность природная и удельный вес песка

	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Влажность w , д.е.	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,11	0,09	0,07	0,05	0,13
Удельн. вес γ , кН/м ³	17,10	17,38	17,49	17,82	18,18	18,52	18,86	17,50	17,3	18,50

Таблица 1.2 Влажность природная и удельный вес суглинка.

	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Влажность w , д.е.	0,22	0,23	0,19	0,20	0,22	0,17	0,19	0,18	0,18	0,21
Удельн. вес γ , кН/м ³	19,20	19,34	18,91	19,40	19,30	18,35	18,70	18,12	18,60	19,02

Таблица 1.3 Границы текучести и пластичности для суглинка.

	Предпоследняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Граница текучести w_L , д.е.	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27
Граница пластичности w_P , д.е.	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,15	0,16	0,14	0,13	0,18

Таблица 1.4 Мощности слоя песка и суглинка в метрах

	Начальная буква фамилии студента									
	А,В,Щ	Г,Д,Е	Ё,Ж,З	И,Й,К	Л,М,Н	О,П,Р	С,Т,У	Ф,Х,Ц	Ч,Ш,Щ	Э,Ю,Я
Песок	3,8	4,0	3,4	5,8	3,7	3,6	4,1	6,4	3,5	3,9
Суглинок	6,0	6,3	5,9	6,2	7,1	6,8	6,1	5,8	6,9	7,0

Таблица 1.5 Вертикальные, центрально приложенные нагрузки

	Начальная буква фамилии студента									
	О,В,Щ	Г,Х,Н	Т,У,Р	К,С,Й	Ю,З,Л	Е,М,Ё	Ш,Н,Ч	Э,Д,Я	Ж,Ц,И	П,Б,Ф
Ленточный фундамент N , кН/м	320	290	335	310	280	340	285	300	308	315
Отдельный фундамент N , кН	1200	1170	1310	1240	1300	1380	1150	1130	1210	1190

Исходные данные, общие для всех вариантов

Исходные данные для расчетов студенты принимают индивидуально по своему варианту (по таблицам 1.1 – 1.5). Кроме того, для всех вариантов проектирования общими являются нижеследующие данные.

Удельный вес частиц для суглинка $\gamma_s = 27,10 \text{ кН/м}^3$;

Удельный вес частиц для песка $\gamma_s = 26,60 \text{ кН/м}^3$;

Удельный вес почвы $\gamma = 18,0 \text{ кН/м}^3$;

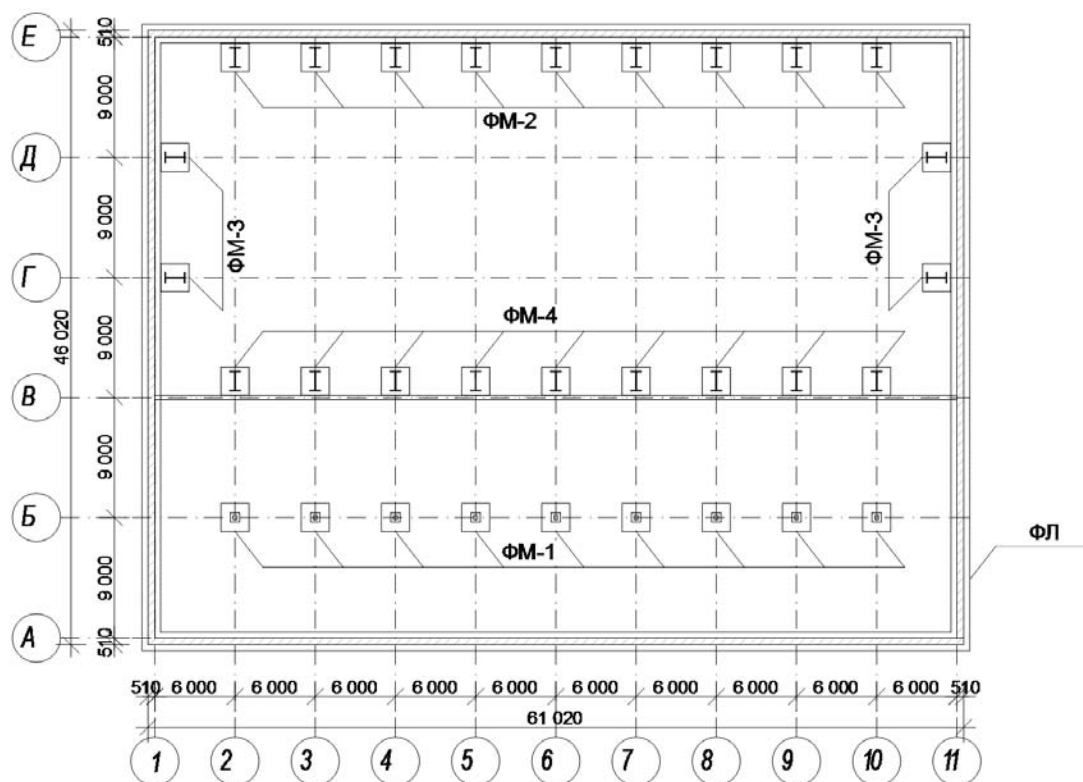
Мощность (толщина) слоя почвы 0,4 – 0,8 м;

Глубина заложения ленточного фундамента $d = 1,2 \text{ м}$, отдельного под колонну $d = 1,65 \text{ м}$.

Высота фундаментной плиты под колонну 600 мм, фундаментной ленты 300 мм.

Стеновые блоки для ленточного фундамента принимаются марки ФБС 12.6.6 длиной 1,18 м, шириной 0,60 м и высотой 0,58 м. Масса блока 0,96 т.

К исходным данным относится план фундаментов здания.



План фундаментов. М 1:400

Слои грунтов на участке строительства, начиная с поверхности, располагаются в следующем порядке: почва, под ней мелкий песок, подстилаемый суглинком. Такое чередование грунтов должно быть отражено в геологической колонке. Данные по каждому слою студент принимает по своему варианту задания.

1.2 Определение физических характеристики грунтов

Физические характеристики определяются по формулам:

$$\text{Удельный вес сухого грунта } \gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w}, \text{ кН/м}^3 \quad (1.1)$$

$$\text{Коэффициент пористости } e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} \quad (1.2)$$

$$\text{Число пластичности суглинка } I_p = w_l - w_p, \text{ д.е.} \quad (1.3)$$

$$\text{Показатель текучести суглинка } I_L = \frac{w - w_p}{I_p} \quad (1.4)$$

$$\text{Степень влажности песка } S_r = \frac{w\gamma_s}{e\gamma_w}, \text{ д.е.}, \quad (1.5)$$

где γ_w – удельный вес воды, равный 10 кН/м³.

Показатели w, γ, w_l, w_p принимаются индивидуально по заданным исходным данным.

Кроме того, для мелкого песка несущего слоя по таблице П.1.1 приложения 1 определяют угол внутреннего трения φ° , удельное сцепление c , кПа, модуль деформации E , МПа. Аналогичные характеристики принимают для суглинка по таблицам П.1.2 и П.1.3.

Полученные по расчетам данные, помещают в сводную таблицу, а также используют для построения геологической колонки.

1.3 Расчет ширины подошвы фундаментов

Предварительно определяют ширину подошвы фундаментов на естественном основании по формулам

$$b = \frac{N}{R_0 - \gamma_{mt}d}, \text{ для ленточного фундамента} \quad (1.6)$$

$$b = \sqrt{\frac{N}{R_0 - \gamma_{mt}d}}, \text{ для квадратного фундамента под колонну} \quad (1.7)$$

Здесь $\gamma_{mt} = 20 \text{ кН/м}^3$ – среднее значение удельного веса фундамента и грунта на его уступах; $R_0 = 250 \text{ кПа}$ – условное расчетное сопротивление для мелкого песка средней плотности;

d – глубина заложения фундамента. м.

Полученные по формулам (1.6) или (1.7) значения ширины фундамента b позволяют определить расчетное сопротивление грунта для здания без подвала по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_\gamma k_z b \gamma_{II} + M_q d \gamma'_{II} + M_c c_{II}), \quad (1.8)$$

где M_γ, M_q, M_c определяют по таблице П 1.4 приложения 1 в зависимости от величины угла внутреннего трения $\varphi_n^0 = \varphi_n^0$;

$$\gamma_{II} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} - \text{среднее значение удельного веса грунтов, залегающих ниже}$$

подошвы фундамента;

$$k = 1,1; k_z = 1; \gamma'_{II} = \gamma_{II}; \gamma_{c1} = 1,2; \gamma_{c2} = 1.$$

Найденную величину R подставляют в одну из формул (1.6) или (1.7) и вновь определяют ширину подошвы фундамента b . Подбор ширины b может повторяться несколько раз (метод последовательных приближений) и считается законченным, если выполняется условие

$$|b_n - b_{n+1}| \leq 0,1 \text{ м} \quad (1.9)$$

В этом случае ширина подошвы фундамента принимается окончательно с округлением до 0,1 м в большую сторону. Ширина фундамента под колонну (отдельного фундамента) должна быть кратной 300 мм

1.4 Определение осадки фундамента

Осадку фундамента определяем методом послойного суммирования. Для этого совмещают геологическую колонку с сечением фундамента.

Основание фундамента, начиная от его подошвы, разбивают на элементарные слои толщиной $h = 0,4b$. Все построения выполняют в линейном масштабе 1:100.

Определяют напряжение от собственного веса грунта по подошве каждого геологического слоя и строят эпюру " σ_{zg} " слева от оси фундамента

$$\sigma_{zgi} = h_i \gamma_i + \sigma_{zgi-1}, \quad (1.10)$$

где h_i и γ_i – соответственно толщина грунтового (геологического) слоя и его удельный вес.

Дополнительное давление на грунт в уровне подошвы фундамента

$$P_0 = P - \sigma_{zg0}, \quad (1.11)$$

где P – среднее давление под подошвой фундамента;

σ_{zg0} – напряжение от собственного веса грунта в уровне подошвы фундамента;

$$\sigma_{zg0} = d\gamma \quad (1.12)$$

d – глубина заложения фундамента.

Дополнительное давление по подошве каждого элементарного слоя определяют, используя таблицу П.1.5 приложения 1.

$$p_{zp} = p_0 \alpha \quad (1.13)$$

По результатам строят эпюру " σ_{zp} " справа от оси фундамента.

Эпюры “ σ_{zg} ” и “ σ_{zp} ” выполняют, применяя масштаб : в 1см – 50 кПа.

Для определения границы сжимаемой толщи строят эпюру “ $0,2 \sigma_{zg}$ ” располагая ее справа от оси фундамента. Пересечение этой эпюры с эпюрой “ σ_{zp} ” является границей сжимаемой толщи, ниже которой расчеты не проводятся.

Расчет осадки выполняют по формуле

$$S = \beta \sum \frac{\bar{\sigma}_{zpi} h}{E_i}, \quad (1.14)$$

Где $\beta = 0,8$ – безразмерный коэффициент;

$\bar{\sigma}_{zpi}$ – среднее значение дополнительного напряжения в i -м элементарном слое;

h и E_i соответственно толщина элементарного слоя и модуль деформации.

Раздел 2. Практические занятия и самостоятельная работа

2.1 Практические занятия

Практические занятия являются аудиторными и проводятся под руководством преподавателя. Исходные данные задаются преподавателем отдельно для каждого занятия. При заданных исходных данных на основе лекционного материала определяются значения физико-механических характеристик грунта, позволяющие охарактеризовать грунт как основание в строительных целях. Если требуется графическая интерпретация полученных результатов, тогда расчеты сопровождаются построением соответствующих графиков и расчетных схем.

Полученные по результатам решения задач данные позволяют сделать выводы относительно вида грунта и его состояния. Для этого используются действующие строительные нормы [9]. Расчетами также определяются размеры фундаментов, их осадка под нагрузкой и напряженно– деформированное состояние грунта.

Ниже помещен тематический план проведения практических занятий. Тематика плана может быть дополнена преподавателем, проводящим занятия.

Тематический план практических занятий

Занятие 1. Расчет физических характеристик глинистого грунта по заданным значениям влажности, границ пластичности, удельного веса частиц, удельного веса грунта. Определяются: число пластичности, показатель текучести, удельный вес сухого грунта, коэффициент пористости, пористость.

Расчет физических характеристик песка по заданным значениям влажности, удельного веса частиц, удельного веса грунта, максимального и минимального значений коэффициента пористости. Определяются: удельный вес сухого грунта, коэффициент пористости, пористость, степень влажности, плотность сложения.

Занятие 2. Определение механических характеристик глинистого и песчаного грунтов по заданным значениям предельных напряжений сдвига, полученных при вертикальных давлениях 100, 200 и 300 кПа.

Занятие 3. Расчет модуля деформации по данным компрессионных испытаний грунта при заданных приращениях деформаций, полученных в результате уплотнения грунта давлениями 50, 100, 200 и 300 кПа..

Занятие 4. Расчет вертикальных давлений на заданной глубине и в заданных точках грунтового массива под равномерно загруженной полосой. Ширина полосы и нагрузка являются исходными данными.

Занятие 5. Определение ширины подошвы ленточного фундамента. Исходными данными являются глубина заложения, центрально приложенная нагрузка и момент, передаваемые на фундамент, а также физико-механические характеристики грунта, используемого в качестве основания сооружения.

Занятие 6. Определение ширины квадратного или прямоугольного в плане отдельного фундамента при заданных значениях глубины его заложения, центрально приложенной нагрузки и момента, передаваемых на фундамент, а также при известных значениях физико-механических характеристик грунта.

Занятие 7. Расчет осадки фундамента ленточного или отдельного по заданным исходным данным.

Занятие 8. Определение напряжений в грунтовом массиве от действия равномерно распределенной нагрузки по прямоугольной площадке загрузки вдоль вертикальных осей, проходящих:

- через центр площадки;
- через угол площадки;
- через точку, расположенную произвольно внутри площадки;
- через точку, расположенную за пределами площадки загрузки.

2.2 Самостоятельная работа студентов

Сведения, полученные студентом при самостоятельной работе с учебниками по прилагаемому списку источников, позволяют дополнить лекционный материал и выполнить программу курса «Основания и фундаменты».

При самостоятельном изучении учебного материала рекомендуется вести конспект, который позволяет закрепить пройденный материал.

Конспект должен быть компактным прежде всего за счет концентрации материала, который изучается самостоятельно. Записи должны быть доступными при повторных просмотрах конспекта.

Конспект должен содержать рисунки и расчетные схемы, без которых самостоятельная работа затруднена. Формулы рекомендуются не заучивать, а стараться понять их сущность и логику вывода.

Конспект является также своеобразным отчетом о проделанной студентом самостоятельной работе.

Ниже помещен тематический план самостоятельной работы студентов.

Тематический план самостоятельной работы студентов

Тема 1. Фазовый состав дисперсного грунта, структурная прочность, способ определения структурной прочности. Типы структурных связей в грунте.

Тема 2. Виды грунтовой воды. Водопроницаемость грунтов. Подземные воды, учет их при расчетах оснований.

Тема 3. Предельное напряжение сдвига грунта, определяемое методом вращательного среза. Условия и практическое применение результатов испытания грунтов методом вращательного сдвига. Прибор для испытания грунтов вращательным срезом.

Тема 4. Жесткие фундаменты. Эпюры напряжений в грунте под жестким фундаментом (штампом). Проверка прочности жесткого неармированного фундамента при расчете его ширины.

Тема 5. Определение осадки методом линейно – деформируемого слоя. Определение конечной осадки поверхностного слоя грунта при сплошной нагрузке.

Тема 6. Буронабивные сваи, устройство и применение. Грунтовые сваи. Использование грунтовых свай для уплотнения оснований.

Тема 7. Структурно-неустойчивые грунты, виды структурно-неустойчивых грунтов. Строительство на структурно неустойчивых грунтах.

Тема 8. Основные способы усиления грунтов в основании существующих зданий. Способы усиления фундаментов.

Приложение 1. Таблицы данных для расчетов

Таблица П. 1.1

Нормативные значения удельного сцепления c_n , кПа, угла внутреннего трения φ_n , град, и модуля деформации E , МПа, песков

Пески	Обозначение характеристик и грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	c_n	2	1	-	-
	φ_n	43	40	38	-
	E	50	40	30	-
Средней крупности	c_n	3	2	1	-
	φ_n	40	38	35	-
	E	50	40	30	-
Мелкие	c_n	6	4	2	-
	φ_n	38	36	32	28
	E	48	38	28	18
Пылеватые	c_n	8	6	4	2
	φ_n	36	34	30	26
	E	39	28	18	11

Таблица П. 1.2

Нормативные значения удельного сцепления c_n , кПа, угла внутреннего трения φ_n , град., глинистых грунтов.

Наименование грунтов и границы значений их показателя текучести		Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	21	17	15	13	-	-	-
		φ_n	30	29	27	24	-	-	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,75$	c_n	19	15	13	11	9	-	-
		φ_n	28	26	24	21	18	-	-
Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	47	37	31	25	22	19	-
		φ_n	26	25	24	23	22	20	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	c_n	39	34	28	23	18	15	-
		φ_n	24	23	22	21	19	17	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	c_n	-	-	25	20	16	14	12
		φ_n	-	-	19	18	16	14	12
Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	-	81	68	54	47	41	36
		φ_n	-	21	20	19	18	16	14
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	c_n	-	-	57	50	43	37	32
		φ_n	-	-	18	17	16	14	11
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	c_n	-	-	45	41	36	33	29
		φ_n	-	-	15	14	12	10	7

Таблица П. 1.3

Нормативные значения модуля деформации глинистых грунтов

Происхождение и возраст		Наименования грунтов и границы нормативных значений их показателя текучести I_L		Модуль деформации E, МПа, при коэффициенте пористости e											
				0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6	
Четвертичные отложения	Аллювиальные, делювиальные, озерные, озерно-аллювиальные	Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	32	24	16	10	7	-	-	-	-	-	
		Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	34	27	22	17	14	11	-	-	-	-	
			$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	32	25	19	14	11	8	-	-	-	-	
			$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	-	-	-	17	12	8	6	5	-	-	-	
		Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	28	24	21	18	15	12	-	-	-	
			$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	-	-	21	18	15	12	9	-	-	-	
			$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	-	-	-	-	15	12	9	7	-	-	-	
	Флювиогляциальные	Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	33	24	17	11	7	-	-	-	-	-	
		Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	40	33	27	21	-	-	-	-	-	-	
			$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	35	28	22	17	14	7	-	-	-	-	
			$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	-	-	-	17	13	10	-	-	-	-	-	
	Моренные	Супеси, суглинки	$I_L \leq 0,5$	60	50	40	-	-	-	-	-	-	-	-	
Юрские отложения оксфордского яруса	Глины	$-0,25 \leq I_L \leq 0$	-	-	-	-	-	-	27	25	22	-	-		
		$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	-	-	-	-	24	22	19	15	-		
		$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12	10		

Таблица П. 1.4

Коэффициенты M_γ , M_q , M_c

Угол внутреннего трения	Коэффициенты			Угол внутреннего трения	Коэффициенты		
	M_γ	M_q	M_c		M_γ	M_q	M_c
0	0	1,00	3,14	23	0,66	3,65	6,24
1	0,01	1,06	3,23	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	25	0,78	4,11	6,67
3	0,04	1,18	3,41	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	27	0,91	4,64	7,14
5	0,08	1,32	3,61	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	29	1,06	5,25	7,67
7	0,12	1,47	3,82	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	31	1,24	5,95	8,24
9	0,16	1,64	4,05	32	1,34	6,34	8,55
10	0,18	1,73	4,17	33	1,44	6,76	8,88
11	0,21	1,83	4,29	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	35	1,68	7,71	9,58
13	0,26	2,05	4,55	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	37	1,95	8,81	10,37
15	0,32	2,30	4,84	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	4,99	39	2,28	10,11	11,25
17	0,39	2,57	5,15	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,73	5,31	41	2,66	11,64	12,24
19	0,47	2,89	5,48	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	43	3,12	13,46	13,37
21	0,56	3,24	5,84	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

Таблица П. 1.5

Коэффициент α								
ζ	Коэффициент α для фундаментов							
	Круглых	Прямоугольных с соотношением сторон $\eta = l/b$ равным						ленточны х ($\eta \geq 10$)
		1	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977
0,8	0,756	0,800	0,848	0,866	0,876	0,879	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,682	0,717	0,739	0,749	0,754	0,755
1,6	0,390	0,449	0,532	0,578	0,612	0,629	0,639	0,642
2,0	0,285	0,336	0,414	0,463	0,505	0,530	0,545	0,550
2,4	0,214	0,257	0,325	0,374	0,419	0,449	0,470	0,477
2,8	0,165	0,201	0,260	0,304	0,349	0,383	0,410	0,420
3,2	0,130	0,160	0,210	0,251	0,294	0,329	0,360	0,374
3,6	0,106	0,131	0,173	0,209	0,250	0,285	0,319	0,337
4,0	0,087	0,108	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306
4,4	0,073	0,091	0,123	0,150	0,185	0,218	0,255	0,280
4,8	0,062	0,077	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258
5,2	0,053	0,067	0,091	0,113	0,141	0,170	0,208	0,239
5,6	0,046	0,058	0,079	0,099	0,124	0,152	0,189	0,223
6,0	0,040	0,051	0,070	0,087	0,110	0,136	0,173	0,208
6,4	0,036	0,045	0,062	0,077	0,099	0,122	0,158	0,196
6,8	0,031	0,040	0,055	0,064	0,088	0,110	0,145	0,185
7,2	0,028	0,036	0,049	0,062	0,080	0,100	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166
8,0	0,022	0,029	0,040	0,051	0,066	0,084	0,113	0,158
8,4	0,021	0,026	0,037	0,046	0,060	0,077	0,105	0,150
8,8	0,019	0,024	0,033	0,042	0,055	0,071	0,098	0,143
9,2	0,017	0,022	0,031	0,039	0,051	0,065	0,091	0,137
9,6	0,016	0,02	0,028	0,036	0,047	0,06	0,085	0,132
10	0,015	0,019	0,026	0,033	0,043	0,056	0,079	0,126
10,4	0,014	0,017	0,024	0,031	0,04	0,052	0,074	0,122
10,8	0,013	0,016	0,022	0,029	0,037	0,049	0,069	0,117
11,2	0,012	0,015	0,021	0,027	0,035	0,045	0,065	0,113
11,6	0,011	0,014	0,02	0,025	0,033	0,042	0,061	0,109
12	0,01	0,013	0,018	0,023	0,031	0,04	0,058	0,106

Приложение 2. Пример расчета

Исходные данные.

Геологическое строение площадки:

1. Почвенный слой $h_1 = 0,8\text{ м}$; $\gamma = 18,0\text{ кН/м}^3$;

2. Песок мелкий $h_2 = 3,8\text{ м}$; $\gamma = 17,8\text{ кН/м}^3$, $w = 0,10$;

3. Суглинок $h_3 = 5,4\text{ м}$; $\gamma = 19,1\text{ кН/м}^3$; $w = 0,21$; $w_L = 0,34$; $w_P = 0,20$.

По формулам 1.1– 1.5 определяем значение физических характеристик грунтов.

Песок мелкий (несущий слой)

$$\text{Удельный вес сухого грунта } \gamma_d = \frac{17,8}{1 + 0,1} = 16,18\text{ кН/м}^3.$$

$$\text{Коэффициент пористости } e = \frac{26,6 - 16,18}{16,18} = 0,64.$$

$$\text{Степень влажности } S_r = \frac{0,1 \cdot 26,6}{0,64 \cdot 10} = 0,42.$$

Суглинок

$$\text{Число пластичности } I_P = 0,34 - 0,20 = 0,14\text{ д.е.}$$

$$\text{Показатель текучести } I_L = \frac{0,21 - 0,20}{0,14} = 0,07$$

$$\text{Удельный вес сухого грунта } \gamma_d = \frac{19,1}{1 + 0,21} = 15,79\text{ кН/м}^3$$

$$\text{Коэффициент пористости } e = \frac{27,10 - 15,79}{15,79} = 0,72.$$

Механические характеристики грунтов – угол внутреннего трения, удельное сцепление и модуль деформации принимаем по таблицам приложения 1. Найденные характеристики помещаем в сводную таблицу физико-механических свойств грунтов.

Сводная таблица физико-механических свойств грунтов

Наименование характеристики	Песок	Суглинок
Влажность природная w , д.е.	0,10	0,21
Влажность на границе текучести w_L , д.е.		0,34
Влажность на границе пластичности, w_P , д.е.		0,20
Число пластичности I_P , д.е.		0,14
Показатель текучести I_L , д.е.		0,07
Удельный вес частиц γ_s , кН/м^3	26,60	27,10

Удельный вес грунта γ , кН/м ³	17,80	19,10
Удельный вес сухого грунта γ_d , кН/м ³	16,18	15,79
Коэффициент пористости	0,64	0,72
Степень влажности S_r , д.е.	0,42	
Модуль деформации E , Мпа	29	19
Угол внутреннего трения φ°	33	23
Удельное сцепление c , кПа	2	28

Данные сводной таблицы служат для формирования геологической колонки, построение которой показано в приложении к примеру расчета.

Фундамент под колонну

Действующая нагрузка $N = 1150$ кН.

$$b = \sqrt{\frac{N}{R_0 - \gamma_{mt} d}} = \sqrt{\frac{1150}{250 - 20 \cdot 1,65}} = 2,3 \text{ м}$$

Определяем значения показателей, входящих в формулу (1.8)

Среднее значение удельного веса грунтов ниже подошвы фундамента

$$\gamma_{II} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} = \frac{17,8 \cdot 2,95 + 19,1 \cdot 5,4}{2,95 + 5,4} = 18,64 \text{ кН/м}^3,$$

Здесь $h_1 = 0,8 + 3,8 - 1,65 = 2,95$ м.

По приложению 1 при $\varphi = 33^\circ$ находим $M_\gamma = 1,44$, $M_q = 6,76$, $M_c = 8,88$

Расчетное сопротивление с учетом $b = 2,3$ м :

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma k_z b \gamma_{II} + M_q d \gamma'_{II} + M_c c_{II}) =$$

$$= \frac{1,2 \cdot 1}{1,1} (1,44 \cdot 1 \cdot 2,3 \cdot 18,64 + 6,76 \cdot 1,65 \cdot 18,64 + 8,88 \cdot 2) = 313,27 \text{ кПа.}$$

Определяем b : $b = \sqrt{\frac{1150}{313,27 - 20 \cdot 1,65}} = 2,03 \text{ м.}$

Проверяем условие (1.9): $|2,3 - 2,03| = 0,27 > 0,1 \text{ м}$

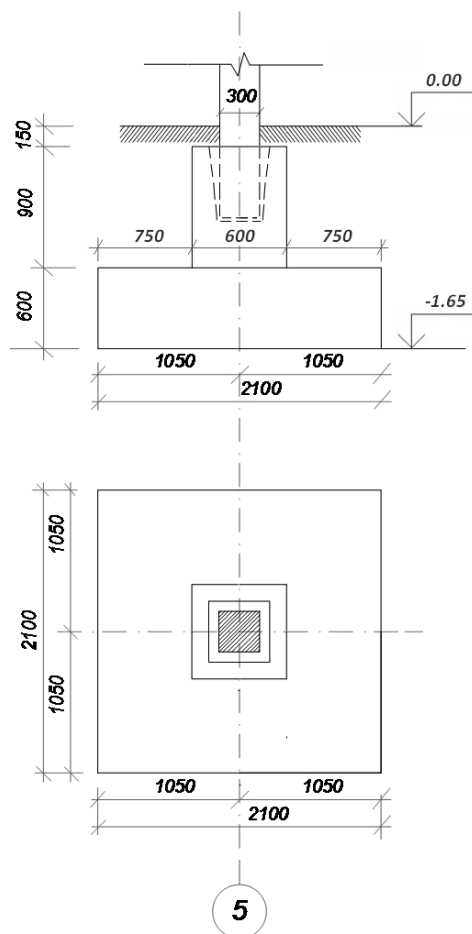
Необходимо второе приближение

$$R = \frac{1,2 \cdot 1}{1,1} (1,44 \cdot 1 \cdot 2,03 \cdot 18,64 + 6,76 \cdot 1,65 \cdot 18,64 + 8,88 \cdot 2) = 305,37 \text{ кПа.}$$

$$b = \sqrt{\frac{1150}{305,37 - 20 \cdot 1,65}} = 2,06 \text{ м.}$$

$$|2,03 - 2,06| = 0,03 < 0,1 \text{ м}$$

Принимаем ширину квадратного отдельного фундамента $b = 2,1$ м.



Фундамент ленточный

Действующая нагрузка $N = 280$ кН/м

$$b = \frac{280}{250 - 20 \cdot 1,2} = 1,24 \text{ м}$$

Средний удельный вес грунтов ниже подошвы фундамента

$$\gamma_{II} = \frac{17,8 \cdot 3,4 + 19,1 \cdot 5,4}{3,4 + 5,4} = 18,60 \text{ кН/м}^3,$$

$$R = 1,09 \cdot (1,44 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 18,60 + 6,76 \cdot 1,2 \cdot 18,6 + 8,88 \cdot 2) = 1,09 \cdot 201,86 = 220,02 \text{ кПа}$$

$$b = \frac{280}{220,02 - 20 \cdot 1,2} = 1,43 \text{ м}$$

Проверяем условие (1.9)

$$|1,24 - 1,43| = 0,19 > 0,1 \text{ м}$$

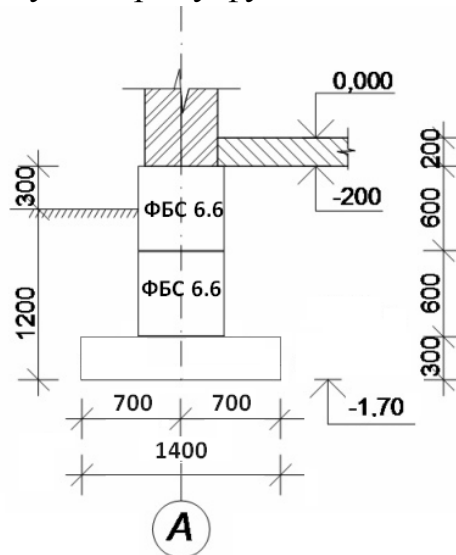
Необходимо второе приближение.

$$R = 1,09 \cdot (1,44 \cdot 1,43 \cdot 18,60 + 6,76 \cdot 1,2 \cdot 18,60 + 8,88 \cdot 2) = 1,09 \cdot 206,94 = 225,56 \text{ кПа}$$

$$b = \frac{280}{225,56 - 20 \cdot 1,2} = 1,39 \text{ м}$$

$$|1,43 - 1,39| = 0,04 < 0,1 \text{ м.}$$

Принимаем окончательную ширину фундаментной ленты 1,4м.



Определение осадки фундамента под колонну

Напряжение от собственного веса грунта

$$\sigma_{zg1} = 0,8 \cdot 18,0 = 14,40 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{zg2} = 14,4 + 3,8 \cdot 17,8 = 82,04 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{zg3} = 82,04 + 5,4 \cdot 19,1 = 185,18 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{zg0} = 0,8 \cdot 18,0 + 0,85 \cdot 17,8 = 29,53 \text{ кПа}$$

Вес фундамента и грунта на его уступах

$$P_{\phi} = 2,1 \cdot 2,1 \cdot 1,65 \cdot 20 = 145,53 \text{ кН}$$

Дополнительное давление под подошвой фундамента

$$P_0 = \frac{145,53 + 1150}{2,1 \cdot 2,1} - 29,53 = 264,24 \text{ кПа}$$

$$\text{Толщина элементарного слоя грунта } h = 0,4 \cdot 2,1 = 0,84 \text{ м}$$

Производим построение расчетной схемы, приняв линейный масштаб

1:100 и силовой масштаб в 1см – 50кПа. Нижняя граница сжимаемой толщи – НГСТ находится на пересечении эпюр « σ_{zp} » и « $0,2 \sigma_{zg}$ ».

Расчет осадки фундамента выполняем в табличной форме с учетом данных таблицы П. 1.5 приложения 1. Соотношения сторон фундамента

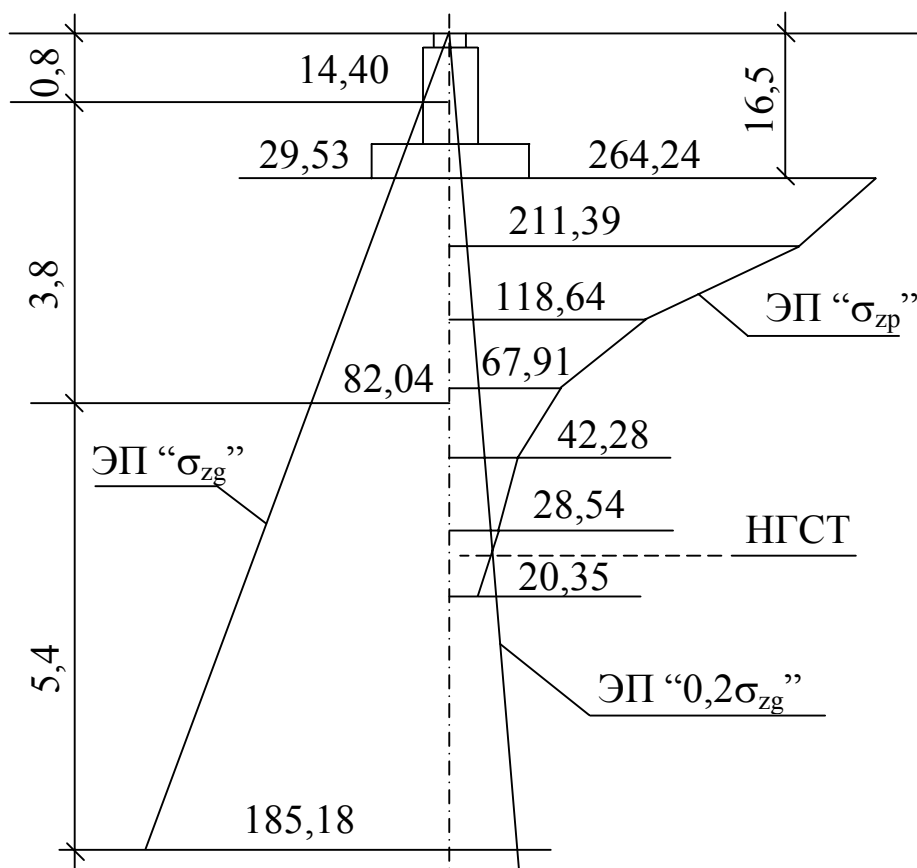
$$\eta = \frac{2,1}{2,1} = 1.$$

Расчет осадки грунта основания

Z, м	$\zeta = \frac{2z}{b}$	α	$\sigma_{zp} = \alpha P_0$ кПа	$\bar{\sigma}_{zpi} = \frac{\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi+1}}{2}$, кПа	E_1 , кПа	$S_i = \frac{\beta \cdot \bar{\sigma}_{zpi} \cdot h}{E_i}$, м
0	–	1	264,24	–		–
0,84	0,8	0,800	211,39	237,82	29000	0,0055
1,68	1,6	0,449	118,64	165,02	29000	0,0038
2,52	2,4	0,257	67,91	93,28	29000	0,0022
3,36	3,2	0,160	42,28	55,10	19000	0,0019
4,20	4,0	0,108	28,54	35,41	19000	0,0012
5,04	4,8	0,077	20,35	24,45	19000	0,0009

$$S = \sum S_i = 0,0155 \text{ м} = 1,55 \text{ см}$$

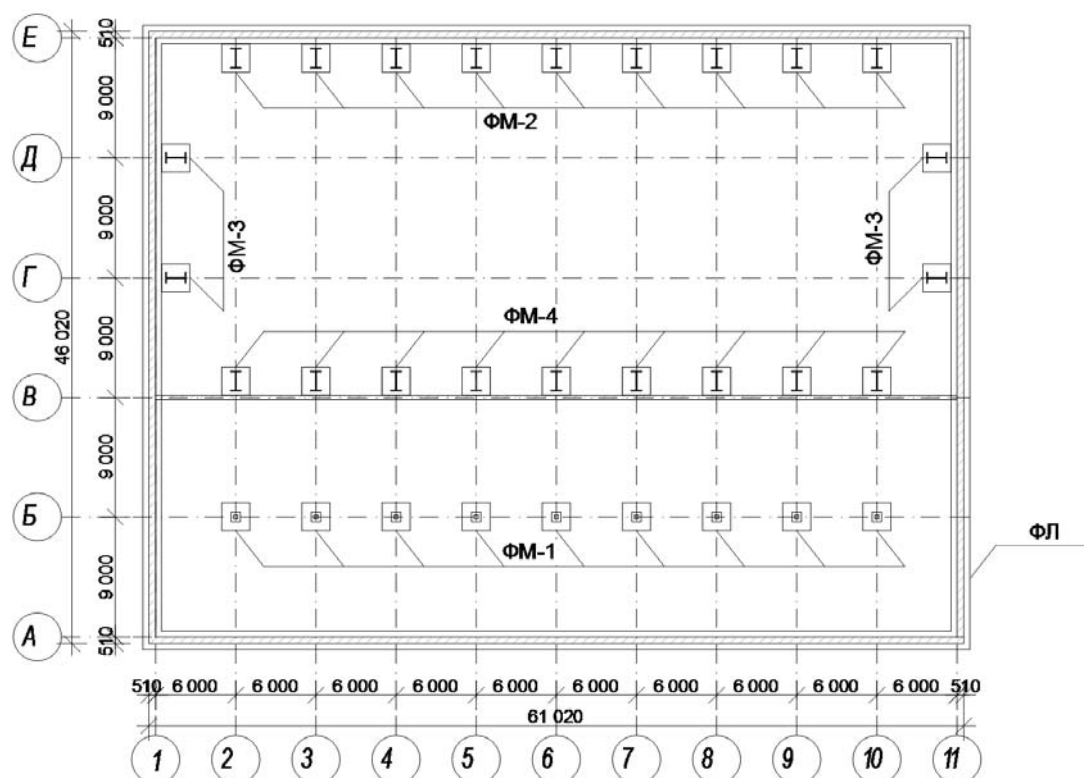
М_Л 1:100; М_С в 1 см – 50 кПа



Расчетная схема для определения осадки фундамента

Элементы графического оформления курсовой работы и схема их размещения на листе формата А-2 прилагаются к примеру расчета. Ленточный фундамент помещают на листе в виде сечения; отдельный фундамент – в двух проекциях.

План фундаментов М 1:400

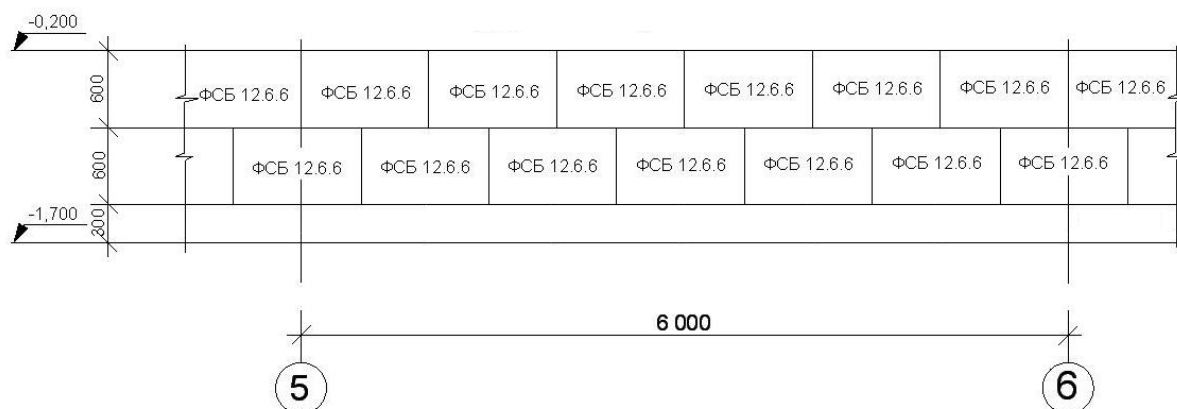


Геологическая колонка М 1:100

Инженерно-геологический элемент	Мощность слоя, м	Глубина подошвы слоя от поверхности, м	Название грунта	Обоснование названия
ИГЭ-1	0,8		Чернозем	
ИГЭ-2	3,8	4,6	Песок мелкий, серовато-желтый, маловлажный, средней плотности	$w = 0,10$ $e = 0,64$ $Sr = 0,42$ $\phi = 33^\circ$ $c = 2 \text{ кПа}$
ИГЭ-3	5,4	10,0	Суглинок, желто-бурый, полутвердый.	$w = 0,21$ $e = 0,72$ $\phi = 23^\circ$ $c = 28 \text{ кПа}$ $Ip = 0,14$ $I_L = 0,07$

Развертка фундаментных блоков по оси А в осях 5–6

М 1:50



Спецификация фундаментных конструкций*

№ п/п	Наименование	Марка	Масса единицы, т	Кол-во единиц, шт.	Общая масса, т	Примечан ие
1	Фундаментный блок сплошной	ФБС 12.6.6	0,96			
2	Фундаментная ленточная плита	ФЛ				
3	Фундамент отдельный под железобетонную колонну	ФМ-1				

*В таблицу спецификации вносятся количество конструкций и масса затраченных материалов по результатам их подсчета.

Компоновка чертежей на листе А–2

План фундаментов М 1:400	Развертка фундаментных блоков по оси А в осях 5–6 М 1:50	Сечение ленточного фундамента М 1:50	Отдельный фундамент ФМ М 1:50	Примечания
Геологическая колонка М 1:100	Спецификация фундаментных конструкций	Штамп		

Список источников

1. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов. - М.: Стройиздат, 1990. 207с.
2. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. - Л.: Стройиздат, 1988-415с.
3. Зоценко М.Л. и др. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. - К.: «Вища школа», 1992-407с.
4. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика/ Под редакцией Сорочана Е.А./ - М.: Стройиздат, 1985-480с.
5. Somerville S. H., Paul V. A. Dictionary of geotechnics – London .1986 – 240p.
6. Цитович Н.А. Механика грунтов. - М.: «Высшая школа». 1983-288с.
7. Шутенко Л.Н., Лупан Ю.Т., Рудь.А.Г. и др. Основания и фундаменты. - Харьков: ХНАГХ, 2004-674с.
8. Державний стандарт України ДСТУ Б В.2.1-4-96.
9. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд – К., 2009.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання курсової роботи, практичних занять і самостійної роботи
з дисципліни

“ПІДВАЛИНИ ТА ФУНДАМЕНТИ”

(для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму підготовки
6.060102 “Архітектура”)
(Рос. мовою)

Укладач **Рудь** Олександр Григорович

За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *О. Г. Рудь*

План 2012, поз.16М

Підп. до друку 13.05.2013

Формат 60x84/16

Друк на ризографі

Ум. друк. арк.1,5

Зам.№

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №4064 від 12.05.2011р.